

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-168417

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.CI.

H01L 43/08
G11B 5/39

(21)Application number : 11-351049

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 10.12.1999

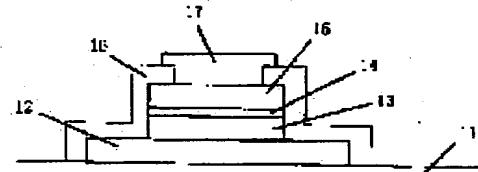
(72)Inventor : NAMIKATA RYOJI
MICHIJIMA MASASHI
HAYASHI HIDEKAZU

(54) FERROMAGNETIC TUNNEL JUNCTION ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the problem of lowering of the resistance value of a ferromagnetic tunnel junction element, an Al₂O₃ film which will serve as a barrier layer needs to be formed very thin, specifically 1 nm or smaller, however the very thin Al₂O₃ film actually reduces the resistance value of the element, and at the same time, will reduce the rate of change in the magnetic resistance.

SOLUTION: In this ferromagnetic tunnel junction element, having the barrier layer 14 between a first ferromagnetic layer 13 and a second ferromagnetic layer 15, the barrier layer is constituted of an insulator which is made of a single element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The ferromagnetic tunnel junction component characterized by being the insulator with which said barrier layer consists of a single element in the ferromagnetic tunnel junction component which has a barrier layer between the 1st ferromagnetic layer and the 2nd ferromagnetic layer at least.

[Claim 2] Said insulator is a ferromagnetic tunnel junction component according to claim 1 characterized by containing an impurity.

[Claim 3] Said insulator is a ferromagnetic tunnel junction component according to claim 1 or 2 characterized by being either of diamond[silicon, a diamond, and]-like carbon.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the ferromagnetic tunnel junction component suitable for the magnetic head for playback and high density MAG memory (MRAM) in a high density magnetic disk drive.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since a ferromagnetic tunnel junction component has the structure whose barrier layer which consists of a very thin insulator was pinched between two ferromagnetic layers and high magnetic-reluctance rate of change is shown, the possibility of the application to the magnetic head or magnetic memory is increasing.

[0003] As an example of representation which has reported such a ferromagnetic tunnel junction component, there are "Journal of Applied Physics, Vol.79, P.4724" and aluminum₂O₃ film is used as an insulator used as a barrier layer.

[0004] Although many oxides and nitrides are reported as a barrier layer until now, only 2Oaluminum₃ film shows high magnetic-reluctance rate of change. Moreover, also when 2Oaluminum₃ film is used as a barrier layer, it is reported that magnetic-reluctance rate of change is greatly influenced according to the membrane formation approach and membrane formation conditions, and while many approaches of mainly oxidizing aluminum film in the oxygen plasma are used, by current, magnetic-reluctance rate of change is improved by heat-treating after creation of a ferromagnetic tunnel junction component further.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although it is necessary to make the resistance of a component to some extent low in order to apply a ferromagnetic tunnel junction component to devices, such as the magnetic head and magnetic memory, and to reduce the effect of thermal noise, it is necessary to form 2Oaluminum₃ film which serves as a barrier layer for that purpose by very thin thickness 1nm or less.

[0006] However, when 2Oaluminum₃ film used as a barrier layer was made thin in this way, although resistance fell, magnetic-reluctance rate of change also had the problem of deteriorating in coincidence. This is considered to originate in the formation approach of 2Oaluminum₃ film which mainly serves as a barrier layer. That is, since the active oxygen of ion or a radical condition is used for oxidization of aluminum film by the approach of oxidizing very thin aluminum film 1nm or less in the oxygen plasma, it is difficult to oxidize only thin aluminum film alternatively. For example, possibility that the ferromagnetic layer front face which touches a barrier layer will also oxidize partially if it is fully going to oxidize aluminum film is high, and on the other hand, if it is going to avoid oxidization of a ferromagnetic layer, oxidizing [of aluminum film] will become inadequate.

[0007] The purpose of this invention solves the technical problem of such a conventional technique, and is to offer the ferromagnetic tunnel junction component which has resistance required for practical use, and magnetic-reluctance rate of change.

[0008]

[Means for Solving the Problem] This invention is made in order to attain the above-mentioned purpose, and the 1st invention is characterized by being the insulator with which said barrier layer consists of a single element in the ferromagnetic tunnel junction component which has a barrier layer between the 1st ferromagnetic layer and the 2nd ferromagnetic layer at least.

[0009] Furthermore, the 2nd invention is characterized by said insulator containing an impurity.

[0010] Moreover, the 3rd invention is characterized by said insulator being either of diamond[silicon, a diamond, and]-like carbon.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an example 1 and an example 2 are mentioned as an example, and this invention is explained to a detail.

[0012] The example 1 about the ferromagnetic tunnel junction component of <example 1> this invention is explained with reference to a drawing.

[0013] The structure of the ferromagnetic tunnel junction component 1 of the example 1 of this invention is shown in drawing 1. As shown in drawing 1, the 1st ferromagnetic layer 13, the barrier layer 14, and the 2nd ferromagnetic layer 15 are formed through the 1st wiring layer 12 on a substrate 11, and the 2nd wiring layer 17 is formed through the insulating layer 16 on it.

[0014] The creation approach of such a ferromagnetic tunnel junction component 1 is shown below.

[0015] The 2nd ferromagnetic layer 15 which consists of CoFe film of 14 or 20nm thickness of barrier layers which consists of Si film of 1st 13 or 1nm thickness of ferromagnetic layers which consists of Fe film of the 1st 12 or 10nm thickness of wiring layers which consists of aluminum film of 50nm thickness was continuously formed within RF magnetron sputtering equipment on the Si substrate 11 which oxidized the front face thermally. Spatter conditions are Ar pressure =5mTorr and high-frequency power =200W (the diameter of a target = 4 inches).

[0016] After forming aluminum film of 1nm thickness instead of the above-mentioned Si film used as the barrier layer 14 for a comparison, the multilayers which oxidized aluminum film by the oxygen plasma in the same vacuum, and were used as 2Oaluminum3 film were also created.

[0017] Next, the above-mentioned multilayers were processed into the lower wiring configuration using a usual photolithography technique and a usual ion milling technique. Furthermore, the resist pattern for specifying a junction dimension was formed on the 2nd ferromagnetic layer 15, and ion milling was carried out to the 1st ferromagnetic layer 13. After forming the insulating layer 16 which consists of SiO₂ film of 300nm thickness, with this resist left with high frequency magnetron sputtering equipment, lift off of a resist was performed.

[0018] Next, after forming the 2nd wiring layer 17 which consists of aluminum film of 200nm thickness with RF magnetron sputtering equipment, up wiring was formed using a usual photolithography technique and a usual RIE technique, and the ferromagnetic tunnel junction component 1 was completed.

[0019] Thus, when the magnetic-reluctance rate of change of the formed ferromagnetic tunnel junction component 1 was measured and Si (silicon) film was used as a barrier layer, bigger magnetic-reluctance rate of change than the case where 2Oaluminum3 film is used as a barrier layer, and a low bond resistance were obtained. This shows that the direction of Si (silicon) film becomes uniform [an interface with a barrier layer] from 2Oaluminum3 film, without a ferromagnetic layer oxidizing.

[0020] In the above-mentioned example, although Si (silicon) film was used as a barrier layer 14, you may be the diamond film or diamond-like carbon (DLC) film which consists of a carbon element.

[0021] The example 2 about the ferromagnetic tunnel junction component of <example 2> this invention is explained. In this example, after forming Si (silicon) film of an example 1, minute amount addition of the P is carried out with ion implantation equipment. Other than this, it is alike, therefore is the same as that of an example 1.

[0022] As compared with the example 1, magnetic-reluctance rate of change of the ferromagnetic tunnel junction component formed by this example improved, and the bond resistance became low. This result is because impurity level was formed into Si (silicon) film, consequently the resonance phenomenon

arose by carrying out minute amount addition of the P into Si (silicon) film used as a barrier layer. [0023] In this example, although minute amount addition of the P was carried out, minute amount addition of the As etc. may be carried out besides it.

[0024] Moreover, you may be the diamond film and the DLC film as a barrier layer like an example 1 in addition to Si (silicon) film.

[0025] Moreover, in the above-mentioned examples 1 and 2, although the ferromagnetic tunnel junction component consists of two ferromagnetic layers and barrier layers, it is clear that the policy of fixing the magnetization direction of the ferromagnetic layer of one side by switched connection with an antiferromagnetism layer on the occasion of the application to the magnetic head or magnetic memory is the need.

[0026]

[Effect of the Invention] A bond resistance can be made low, without according to this invention, becoming possible to form the interface of a barrier layer and a ferromagnetic layer in homogeneity, and reducing magnetic-reluctance rate of change, even when a barrier layer is very thin. Furthermore, installation of impurity level is attained again and the property of a ferromagnetic tunnel junction component can be improved.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is structural drawing of the ferromagnetic tunnel junction component of the example 1 of this invention.

[Description of Notations]

1 Ferromagnetic Tunnel Junction Component

11 Substrate

12 1st Wiring Layer

13 1st Ferromagnetic Layer

14 Barrier Layer

15 2nd Ferromagnetic Layer

16 Insulating Layer

17 2nd Wiring Layer

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-168417

(P2001-168417A)

(43)公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 L 43/08

G 11 B 5/39

識別記号

F I

H 01 L 43/08

G 11 B 5/39

マークコード(参考)

Z 5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全3頁)

(21)出願番号

特願平11-351049

(22)出願日

平成11年12月10日 (1999.12.10)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 南方 量二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 道嶋 正司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(74)代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

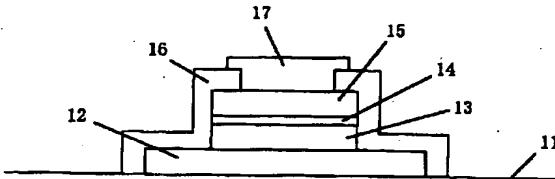
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 強磁性トンネル接合素子

(57)【要約】

【課題】 強磁性トンネル接合素子の抵抗値を低くするためにはバリア層となるAl₂O₃膜を1nm以下の非常に薄い膜厚で形成する必要があるが、Al₂O₃膜を薄くすると、抵抗値は下がるものとの磁気抵抗変化率も同時に劣化するという問題があった。

【解決手段】 第1の強磁性層13と第2の強磁性層15の間にバリア層14を有する強磁性トンネル接合素子1において、バリア層を単一の元素からなる絶縁体で形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも第1の強磁性層と第2の強磁性層の間にバリア層を有する強磁性トンネル接合素子において、

前記バリア層が单一元素からなる絶縁体であることを特徴とする強磁性トンネル接合素子。

【請求項2】前記絶縁体は、不純物を含有することを特徴とする請求項1記載の強磁性トンネル接合素子。

【請求項3】前記絶縁体は、シリコン、ダイアモンド、ダイアモンドライクカーボンのいずれかであることを特徴とする請求項1または2記載の強磁性トンネル接合素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高密度磁気ディスク装置における再生用磁気ヘッドや高密度磁気メモリ(MRAM)に適した強磁性トンネル接合素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】強磁性トンネル接合素子は、二つの強磁性層の間に非常に薄い絶縁体からなるバリア層を挟んだ構造を持ち、高い磁気抵抗変化率を示すことから、磁気ヘッドや磁気メモリへの応用の可能性が高まっている。

【0003】このような強磁性トンネル接合素子を報告している代表例として、「Journal of Applied Physics, Vol. 79, P. 4724」があり、バリア層となる絶縁体としてAl₂O₃膜が使用されている。

【0004】今までにバリア層として多くの酸化物や窒化物が報告されているが、高い磁気抵抗変化率を示すのはAl₂O₃膜のみである。また、バリア層としてAl₂O₃膜を使用した場合にも、その成膜方法及び成膜条件により磁気抵抗変化率が大きく影響されることが報告されており、現在では主としてAl₂O₃膜を酸素プラズマ中で酸化する方法が多く用いられるとともに、更に強磁性トンネル接合素子の作成後に熱処理を行うことにより、磁気抵抗変化率が改善されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】強磁性トンネル接合素子を磁気ヘッドや磁気メモリ等のデバイスに適用するには、熱雑音の影響を低減するために素子の抵抗値をある程度低くする必要があるが、そのためにはバリア層となるAl₂O₃膜を1nm以下の非常に薄い膜厚で形成する必要がある。

【0006】しかしながら、バリア層となるAl₂O₃膜をこのように薄くすると、抵抗値は下がるものとの磁気抵抗変化率も同時に劣化するという問題があった。これは主にバリア層となるAl₂O₃膜の形成方法に起因すると考えられる。すなわち、1nm以下の非常に薄いAl₂O₃膜を酸素プラズマ中で酸化する方法では、イオンやラジカ

2

ル状態の活性酸素をAl₂O₃膜の酸化に用いるので、薄いAl₂O₃膜のみを選択的に酸化することは困難である。例えば、Al₂O₃膜を十分に酸化しようとすると、バリア層に接する強磁性層表面も部分的に酸化される可能性が高く、一方、強磁性層の酸化を回避しようとすると、Al₂O₃膜の酸化が不十分となる。

【0007】本発明の目的は、このような従来技術の課題を解決し、実用に必要な抵抗値及び磁気抵抗変化率を有する強磁性トンネル接合素子を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するためになされたものであって、第1発明は、少なくとも第1の強磁性層と第2の強磁性層の間にバリア層を有する強磁性トンネル接合素子において、前記バリア層が单一元素からなる絶縁体であることを特徴とするものである。

【0009】さらに、第2発明は、前記絶縁体は、不純物を含有することを特徴とするものである。

【0010】また、第3発明は、前記絶縁体は、シリコン、ダイアモンド、ダイアモンドライクカーボンのいずれかであることを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、実施例1および実施例2を例にあげ、本発明について詳細に説明する。

【0012】<実施例1>本発明の強磁性トンネル接合素子に関する実施例1について、図面を参照して説明する。

【0013】図1に本発明の実施例1の強磁性トンネル接合素子1の構造を示す。図1に示すように、基板11上に第1の配線層12を介して第1の強磁性層13、バリア層14、第2の強磁性層15が形成され、その上に絶縁層16を介して第2の配線層17が形成されている。

【0014】このような強磁性トンネル接合素子1の作成方法を以下に示す。

【0015】高周波マグネットロニクスバッタ装置内で表面を熱酸化したSi基板11上に50nm厚のAl₂O₃膜からなる第1の配線層12、10nm厚のFe膜からなる第1の強磁性層13、1nm厚のSi膜からなるバリア層14、20nm厚のCoFe膜からなる第2の強磁性層15を連続して成膜した。スパッタ条件は、Ar圧力=5mTorr、高周波電力=200W(ターゲット径=4インチ)である。

【0016】比較のため、バリア層14となる上記Si膜の代わりに、1nm厚のAl₂O₃膜を形成した後、同一真空中で酸素プラズマによりAl₂O₃膜を酸化してAl₂O₃膜とした多層膜も作成した。

【0017】次に、通常のフォトリソグラフィ技術とイオンミリング技術を用いて、上記の多層膜を下部配線形状に加工した。さらに、第2の強磁性層15上に接合寸

10

20

30

30

40

50

3

法を規定するためのレジストパターンを形成し、第1の強磁性層13までイオンミリングした。このレジストを残したまま300nm厚のSiO₂膜からなる絶縁層16を高周波マグнетロンスパッタ装置で成膜した後、レジストのリフトオフを行った。

【0018】次に、200nm厚のAl膜からなる第2の配線層17を高周波マグネットロンスパッタ装置で成膜した後、通常のフォトリソグラフィ技術とRIE技術を用いて上部配線を形成し、強磁性トンネル接合素子1を完成した。

【0019】このようにして形成した強磁性トンネル接合素子1の磁気抵抗変化率を測定したところ、バリア層としてSi（シリコン）膜を使用した場合には、バリア層としてAl₂O₃膜を使用した場合よりも大きな磁気抵抗変化率と低い接合抵抗が得られた。このことはSi

（シリコン）膜の方がAl₂O₃膜よりも、強磁性層が酸化されること無く、バリア層との界面が均一となることを示している。

【0020】上記の実施例においては、バリア層14としてSi（シリコン）膜を使用したが、炭素元素から成るダイヤモンド膜或いはダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜であっても構わない。

【0021】<実施例2>本発明の強磁性トンネル接合素子に関する実施例2について説明する。本実施例においては実施例1のSi（シリコン）膜を形成後にPをイオン打込み装置で微量添加する。それ以外については実施例1と同様である。

【0022】本実施例で形成した強磁性トンネル接合素子は実施例1と比較して、磁気抵抗変化率が向上し、接合抵抗は低くなった。この結果は、バリア層となるSi（シリコン）膜中にPを微量添加することにより、Si（シリコン）膜中に不純物準位が形成され、その結果、*

*共鳴現象が生じたためである。

【0023】本実施例においては、Pを微量添加したが、それ以外にもAs等を微量添加しても構わない。

【0024】また、実施例1と同様に、バリア層としてSi（シリコン）膜以外にダイヤモンド膜やDLC膜であっても構わない。

【0025】また、上記の実施例1および2において、強磁性トンネル接合素子は二つの強磁性層とバリア層とで構成されているが、磁気ヘッドや磁気メモリへの応用に際しては、片側の強磁性層の磁化方向を反強磁性層との交換結合で固定する等の方策が必要なことは明らかである。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、バリア層が非常に薄い場合でも、バリア層と強磁性層の界面を均一に形成することが可能となり、磁気抵抗変化率を低下させることなく、接合抵抗を低くすることができる。更にまた、不純物準位の導入が可能となり、強磁性トンネル接合素子の特性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の強磁性トンネル接合素子の構造図である。

【符号の説明】

1 強磁性トンネル接合素子

11 基板

12 第1の配線層

13 第1の強磁性層

14 バリア層

15 第2の強磁性層

16 絶縁層

17 第2の配線層

20

30

*

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14

15

16

17

11

12

13

14